ที่มาและความสำคัญ

เนื่องด้วยประเทศไทยนั้นมีลักษณะภูมิอากาศเป็นแบบร้อนชื้นจึงเอื้ออำนวยต่อการขยายพันธ์และการเจริญเติบโตของพืชขนาดเล็กที่แพร่กระจายบนโบราณสถาน และด้วยปัญหาดังกล่าวจึงมีผลต่อสภาพความคงทนแข็งแรงของเนื้อโบราณสถานในระยะยาว วิธีการกำจัดแต่เดิมนั้นเป็นการขัดด้วยแปรงและใช้สารเคมีในการจัดการทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยรอบ

ที่มาและความสำคัญ

จากการศึกษาการบูรณะรูปปั้นหินทิ่นครวาติกัน ในงานวิจัยเรื่อง “Comparative Sporicidal Effects of Volatile Oil” พบว่าน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากสารธรรมชาติ มีคุณสมบัติยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลชีพบนพื้นผิวโบราณสถานได้ และไม่เป็นอันตรายต่อสภาวะแวดล้อม เพราะเป็นสารประกอบอินทรีย์ ดังนั้นจึงตั้งสมมุติฐานว่าคุณสมบัติของน้ำมันหอมระเหยดังกล่าวจะสามารถนำมาปรับใช้กับการจัดการกับพืชที่อยู่บนโบราณสถานที่พระนครศรีอยุธยาได้ โดยมีวัดไชยวัฒนารามเป็นพื้นที่ในการศึกษา

fppt.com

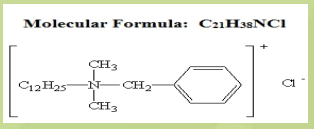
วัตถุประสงค์

1.เพื่อสดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการยับยั้งการเจริญเติบโบของจุลชีพบนโบราณสถานวัดไชยวัฒนาราม

2.เพื่อสามารถชะลอการเจริญเติบโตของจุลชีพบนโบราณสถาน ไม่ทำลายเนื้อปูน ไม่ทิ้งสารตกค้างและไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

fppt.com

- Benzakonium chloride



  - เกลืออินทรีย์
  - สารลดแรงตึงผิว
  - ยับยั้งจุลชีพ
  - มีความเป็นพิษ

Organism	Route of exposure	Dose (LD_{50})
Rat	Intravenous	13.9 mg/kg
Rat	Oral	240 mg/kg
Rat	Intraperitoneal	14.5 mg/kg
Rat	Subcutaneous	400 mg/kg
Mouse	Subcutaneous	64 mg/kg

- Cinnamomum verum (อบเชย)
-

Constituent	Retention time (min)
Camphene	
β-Pinene	
Sabinene	
Myrcene	
α-Terpinene	
Limonene	
1,8-Cineole	
cis-β-Ocimene	
trans-β-Ocimene	4.01
p-Cymene	4.32
Linalool	9.48
Linalyl acetate	9.93
Terpinen-4-ol	10.26
α-Terpineol	11.95
Piperitone	12.49
Geraniol	14.46
Safrole	16.44
(E)-Cinnamaldehyde	17.79
(Z)-Cinnamyl acetate	18.57
(E)-Cinnamyl acetate	19.20
Eugenol	19.31
Eugenyl acetate	20.43
(E)-Cinnamyl alcohol	21.47
Benzyl benzoate	29.59

fppt.com

Carum carvi(ยี่หล่า)

- **ข้อมูลทางเภสัชวิทยา** **ข้อมูล medthai.com**

-ในผลเมล็ดพบน้ำมัน และน้ำมันระเหย 3.5-7% ในน้ำมันพบ Caraway oil ในน้ำมันระเหยพบ d-Carvone, d-Limonene ประมาณ 50-60% เป็นต้น[1]

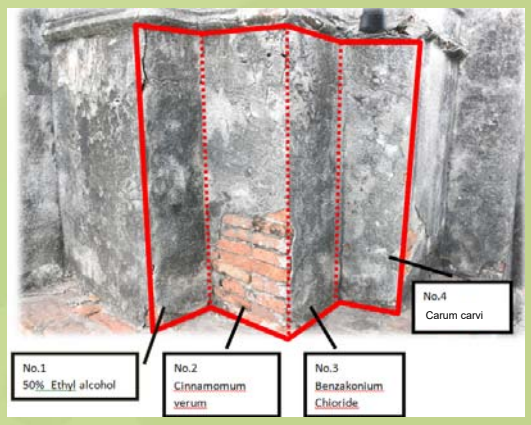
-สาร Caraway oil มีฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อ Staphylococcus และเชื้อในลำไส้ใหญ่บางชนิด และยังสามารถต้านเชื้อแบคทีเรียได้บางชนิดอีกด้วย[1]

-สารสกัดจากผลเมล็ดในความเข้มข้น 1 ต่อ 1,000 สามารถฆ่าพยาธิใบไม้ในตับได้[1]

-น้ำมันมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในหลอดทดลองและฆ่าตัวอ่อนของแมลง นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ระงับอาการเกร็งในสัตว์ทดลองอีกด้วย[4]

fppt.com

วิธีการทดสอบในภาคสนาม



1.กำหนดพื้นที่ทดสอบ โดยแยกออกเป็น 4 บริเวณ เลือกบริเวณที่ใกล้กัน เพื่อง่ายต่อการเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลง

fppt.com

วิธีการทดสอบในภาคสนาม

2.ทำความสะอาดพื้นที่บริเวณที่ 1 ด้วยน้ำกลั่นผสมแอลกอฮอล์เข้มข้น 50 % เพื่อขจัดคราบจุลชีพที่เกาะอยู่ออกจนหมด

fppt.com

วิธีการทดสอบในภาคสนาม

3.นำน้ำยาเคมี Benzakonium chloride ,น้ำมันหอมระเหย Cinnamomum verum และ Carum carvi ความเข้มข้น 0.5 % ทาลงในพื้นที่ทดสอบที่ 2-4 ทิ้งไว้ 1 เดือน

fppt.com

วิธีการทดสอบในภาคสนาม

4.เมื่อครบกำหนดจึงทำความสะอาดด้วยน้ำกลั่นบริสุทธิ์

fppt.com

วิธีการทดสอบในภาคสนาม

5.ทำการวัดสีของพื้นผิวทดสอบด้วยสมุดเทียบสี Mansell Book เพื่อทราบลักษณะทางกาย

fppt.com

วิธีการทดสอบในภาคสนาม

6. ปล่อยให้อยู่ในสภาพแวดล้อมปกติ พร้อมสังเกตการเปลี่ยนแปลง

fppt.com

วิธีการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

1. ทำการเก็บตัวอย่างจุลชีพได้แก่ แบคทีเรีย, เชื้อรา และสาหร่าย ในพื้นที่ทดสอบ ชนิดละ 9 ตัวอย่าง โดยแบ่งออกเป็น พื้นที่ทางทิศจะวันออก 3 ตัวอย่าง พื้นที่ทิศตะวันตก 3 ตัวอย่าง และภายในเมรุ 3 ตัวอย่าง

fppt.com

วิธีการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

2. นำตัวอย่างที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณจุลชีพแต่ละชนิดในห้องปฏิบัติการ โดยใช้สารเคมีที่มีความเข้มข้นเท่ากับที่ทดสอบในภาคสนาม

3. เมื่อได้จำนวนชนิดแล้วจึงทำการจัดจำแนกหาปริมาณจุลชีพที่พบมากที่สุดในแต่ละชนิด

4. คัดเลือกสายพันธุ์จุลชีพแต่ละชนิด นำไปทดสอบการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลลินทรีย์แต่ละชนิด ซึ่งทำการทดสอบโดยอ้างอิงขอบเขตเวลา ดังต่อไปนี้

- 4.1 ประสิทธิภาพการยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบ ภายใต้ระยะเวลา 24 ชั่วโมง
- 4.2 ประสิทธิภาพการยับยั้งสาหร่าย ภายใต้ระยะเวลา 7 วัน
- 4.3 ประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อรา ภายใต้ระยะเวลา 3 วัน

โดยทุกกระบวนการมีการทำซ้ำ 2 ชุดการทดลอง

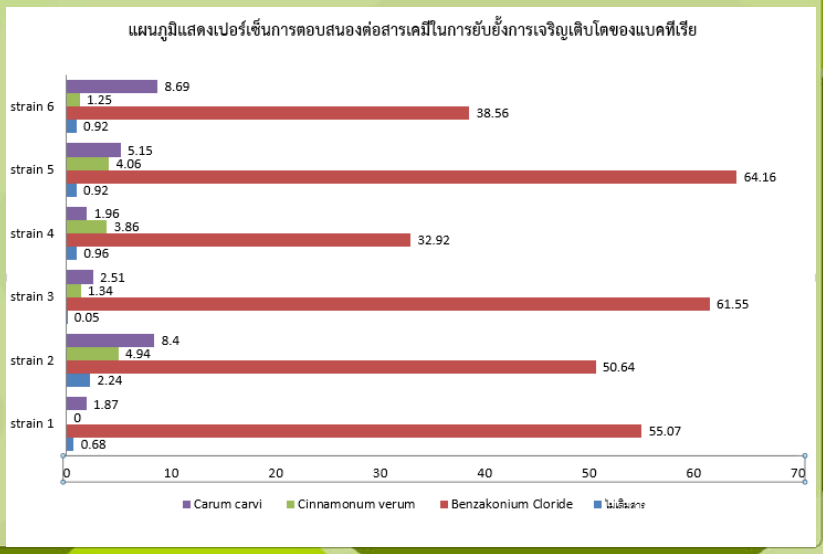
fppt.com

ผลการจัดจำแนกเชื้อจุลินทรีย์

เชื้อแบคทีเรีย(มากกว่า20สายพันธุ์)	เชื้อรา(25สายพันธุ์)	สาหร่าย(12สายพันธุ์)
Bacillus megaterium	*Cladosporium sp.*	*Hapalosiphon sp.*
Cronobacter sakazakii group	*Aspergillus aculeatus*	*Myxosarcina sp.*
Bacillus pumilus	*Mucor irregularis*	*Nitzschia sp.*
Bacillus badius	*Penicillum helicum*	*Chlorella sp.*
Bacillus subtilis/amyloliquefaciens	*Trichoderma harzianum*	*Phormidium sp.*
	Epicoccum sorghinum	ฯลฯ

fppt.com

ผลการทดสอบการยับยั้งจุลชีพในห้องปฏิบัติการ



fppt.com

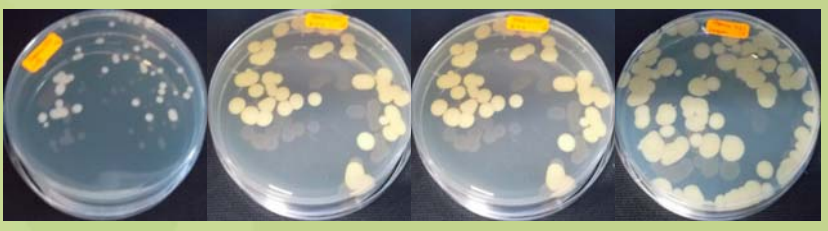
ผลการทดสอบการยับยั้งจุลชีพในห้องปฏิบัติการ

ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์การตอบสนองต่อสารเคมีในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

ตัวอย่าง	ผลการตอบสนอง (%)			
	ไม่เติมสาร	Benzakonium Cloride	Cinnamomum verum	Carum carvi
strain 1	0.68	55.07	0	1.87
strain 2	2.24	50.64	4.94	8.4
strain 3	0.05	61.55	1.34	2.51
strain 4	0.96	32.92	3.86	1.96
strain 5	0.92	64.16	4.06	5.15
strain 6	0.92	38.56	1.25	8.69
เฉลี่ย	0.962	50.483	2.575	4.763

fppt.com

ผลการทดสอบการยับยั้งจุลชีพในห้องปฏิบัติการ

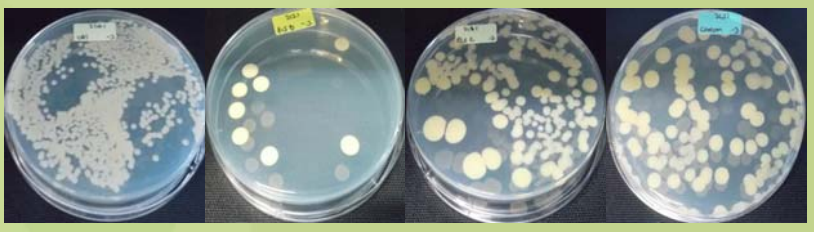


A B C D

รูปที่ 1 จำนวนแบคทีเรีย Strain 1 *(Bacillus megaterium)* ของชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมสาร (A) เติมสาร Benzakanium (B) เติมสาร Cinnamomnum (C) และเติมสาร Carum carvi (D) ที่เวลา 24 ชั่วโมง

fppt.com

ผลการทดสอบการยับยั้งจุลชีพในห้องปฏิบัติการ

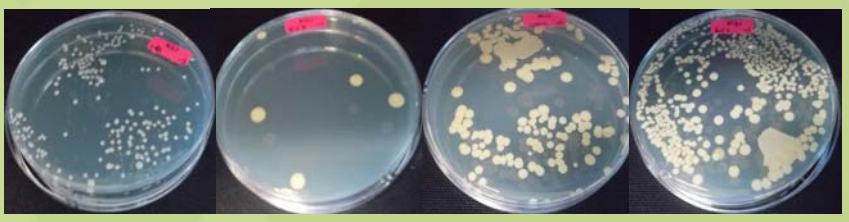


A B C D

รูปที่ 2 จำนวนแบคทีเรีย Strain 2 *(Cronobacter sakazakii group)* ของชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมสาร (A) เติมสาร Benzakanium (B) เติมสาร Cinnamomnum (C) และเติมสาร Carum carvi (D) ที่เวลา 24 ชั่วโมง

fppt.com

ผลการทดสอบการยับยั้งจุลชีพในห้องปฏิบัติการ

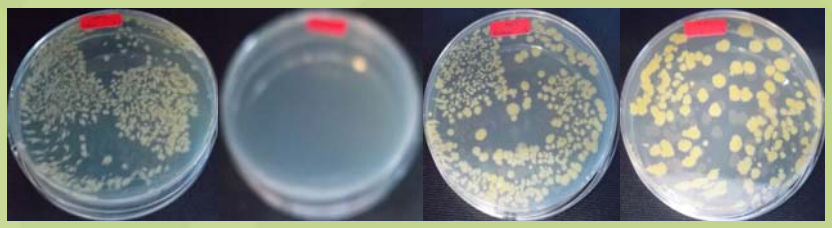


A B C D

รูปที่ 3 จำนวนแบคทีเรีย Strain 3 *(Bacillus pumilus)* ของชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมสาร (A) เติมสาร Benzakanium (B) เติมสาร Cinnamomnum (C) และเติมสาร Carum carvi (D) ที่เวลา 24 ชั่วโมง

fppt.com

ผลการทดสอบการยับยั้งจุลชีพในห้องปฏิบัติการ



A B C D

รูปที่ 4 จำนวนแบคทีเรีย Strain 4 *(Bacillus badius)* ของชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมสาร (A) เติมสาร Benzakanium (B) เติมสาร Cinnamomnum (C) และเติมสาร Carum carvi (D) ที่เวลา 24 ชั่วโมง

fppt.com

ผลการทดสอบการยับยั้งจุลชีพในห้องปฏิบัติการ

A B C D

รูปที่ 5 จำนวนแบคทีเรีย Strain 5 *(Bacillus megaterium)* ของชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมสาร (A) เติมสาร Benzakanium (B) เติมสาร Cinnamomnum (C) และเติมสาร Carum carvi (D) ที่เวลา 24 ชั่วโมง

fppt.com

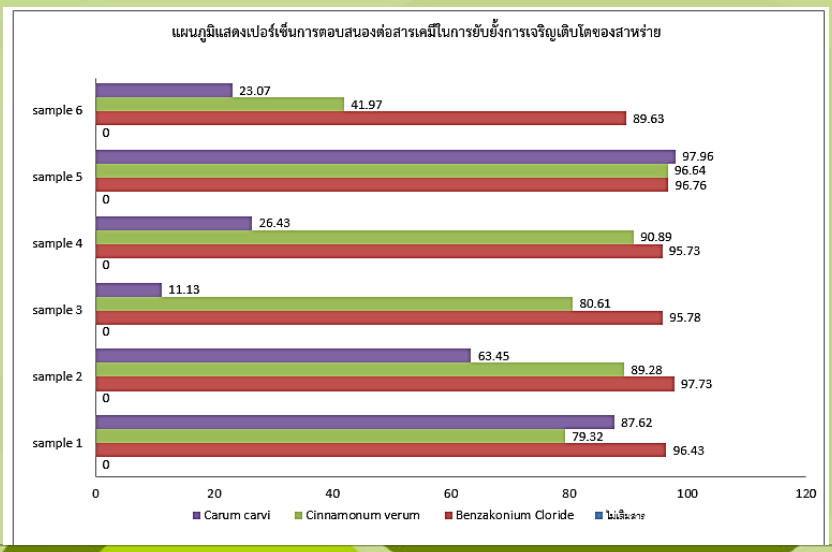
ผลการทดสอบการยับยั้งจุลชีพในห้องปฏิบัติการ

A B C D

รูปที่ 6 จำนวนแบคทีเรีย Strain 6 *(Bacillus subtillis/amyloloquefaciens)* ของชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมสาร (A) เติมสาร Benzakanium (B) เติมสาร Cinnamomnum (C) และเติมสาร Carum carvi (D) ที่เวลา 24 ชั่วโมง

fppt.com

ผลการทดสอบการยับยั้งจุลชีพในห้องปฏิบัติการ



fppt.com

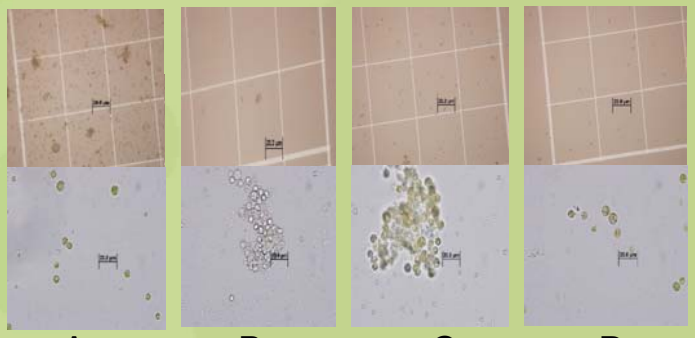
ผลการทดสอบการยับยั้งจุลชีพในห้องปฏิบัติการ

ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์การตอบสนองต่อสารเคมีในการยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่าย

ตัวอย่าง	ผลการตอบสนอง (%)			
	ไม่เติมสาร	Benzakonium Cloride	Cinnamonum verum	Carum carvi
sample 1	0	96.43	79.32	87.62
sample 2	0	97.73	89.28	63.45
sample 3	0	95.78	80.61	11.13
sample 4	0	95.73	90.89	26.43
sample 5	0	96.76	96.64	97.96
sample 6	0	89.63	41.97	23.07
เฉลี่ย	0.000	95.343	79.785	51.610

fppt.com

ผลการทดสอบการยับยั้งจุลชีพในห้องปฏิบัติการ

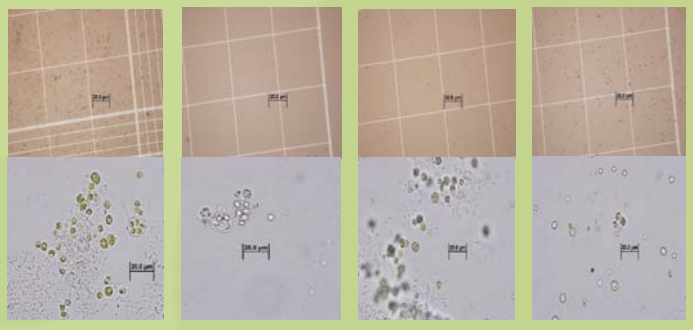


A B C D

รูปที่ 7 จำนวนและรูปร่างสาหร่ายของ Sample 1 ของชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมสาร (A) เติมสาร Benzakanium (B) เติมสาร Cinnamomnum (C) และเติมสาร Carum carvi (D) ที่เวลา 7 วัน

fppt.com

ผลการทดสอบการยับยั้งจุลชีพในห้องปฏิบัติการ



A B C D

รูปที่ 8 จำนวนและรูปร่างสาหร่ายของ Sample 2 ของชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมสาร (A) เติมสาร Benzakanium (B) เติมสาร Cinnamomnum (C) และเติมสาร Carum carvi (D) ที่เวลา 7 วัน

fppt.com

ผลการทดสอบการยับยั้งจุลชีพในห้องปฏิบัติการ

A B C D

รูปที่ 9 จำนวนและรูปร่างสาหร่ายของ Sample 3 ของชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมสาร (A) เติมสาร Benzakanium (B) เติมสาร Cinnamomnum (C) และเติมสาร Carum carvi (D) ที่เวลา 7 วัน

fppt.com

ผลการทดสอบการยับยั้งจุลชีพในห้องปฏิบัติการ

A B C D

รูปที่ 10 จำนวนและรูปร่างสาหร่ายของ Sample 4 ของชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมสาร (A) เติมสาร Benzakanium (B) เติมสาร Cinnamomnum (C) และเติมสาร Carum carvi (D) ที่เวลา 7 วัน

fppt.com

ผลการทดสอบการยับยั้งจุลชีพในห้องปฏิบัติการ

A B C D

รูปที่ 11 จำนวนและรูปร่างสาหร่ายของ Sample 5 ของชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมสาร (A) เติมสาร Benzakanium (B) เติมสาร Cinnamomnum (C) และเติมสาร Carum carvi (D) ที่เวลา 7 วัน

fppt.com

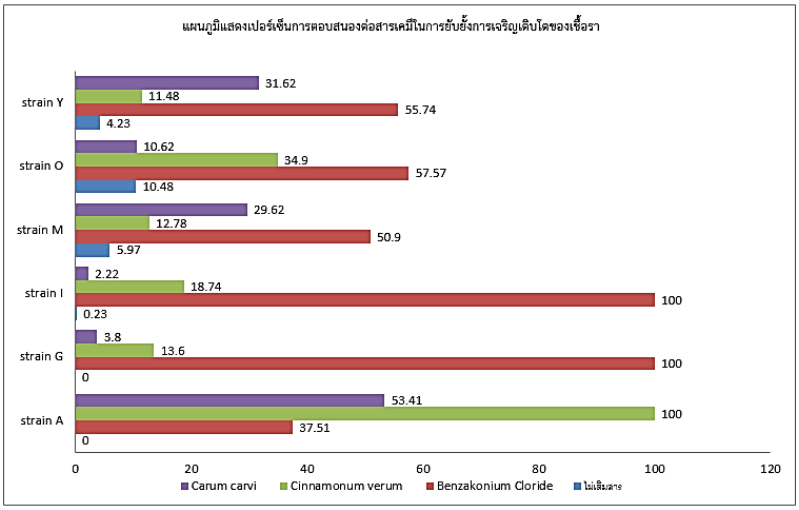
ผลการทดสอบการยับยั้งจุลชีพในห้องปฏิบัติการ

A B C D

รูปที่ 12 จำนวนและรูปร่างสาหร่ายของ Sample 6 ของชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมสาร (A) เติมสาร Benzakanium (B) เติมสาร Cinnamomnum (C) และเติมสาร Carum carvi (D) ที่เวลา 7 วัน

fppt.com

ผลการทดสอบการยับยั้งจุลชีพในห้องปฏิบัติการ



fppt.com

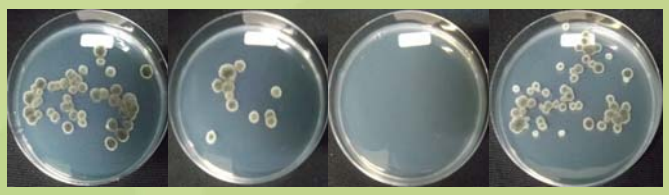
ผลการทดสอบการยับยั้งจุลชีพในห้องปฏิบัติการ

ตารางแสดงเปอร์เซ็นต์การตอบสนองต่อสารเคมีในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา

ตัวอย่าง	ผลการตอบสนอง (%)			
	ไม่เติมสาร	Benzakonium Cloride	Cinnamonum verum	Carum carvi
strain A	0	37.51	100	53.41
strain G	0	100	13.6	3.8
strain I	0.23	100	18.74	2.22
strain M	5.97	50.9	12.78	29.62
strain O	10.48	57.57	34.9	10.62
strain Y	4.23	55.74	11.48	31.62
เฉลี่ย	3.485	66.953	31.917	21.882

fppt.com

ผลการทดสอบการยับยั้งจุลชีพในห้องปฏิบัติการ

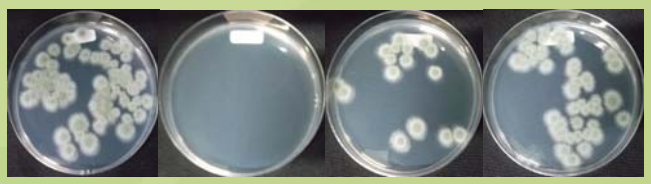


A B C D

รูปที่ 13 จำนวนรา Strain A *(Cladosporium sp.)* ของชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมสาร (A) เติมสาร Benzakanium (B) เติมสาร Cinnamomnum (C) และเติมสาร Carum carvi (D) ที่เวลา 3 วัน

fppt.com

ผลการทดสอบการยับยั้งจุลชีพในห้องปฏิบัติการ

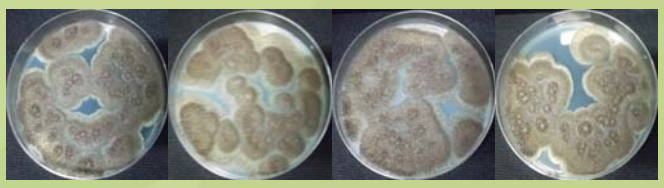


A B C D

รูปที่ 14 จำนวนรา Strain G *(Penicillium helicum)* ของชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมสาร (A) เติมสาร Benzakanium (B) เติมสาร Cinnamomnum (C) และเติมสาร Carum carvi (D) ที่เวลา 3 วัน

fppt.com

ผลการทดสอบการยับยั้งจุลชีพในห้องปฏิบัติการ



A B C D

รูปที่ 15 จำนวนรา Strain I *(Aspergillus aculeatus)* ของชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมสาร (A) เติมสาร Benzakanium (B) เติมสาร Cinnamomnum (C) และเติมสาร Carum carvi (D) ที่เวลา 3 วัน

fppt.com

ผลการทดสอบการยับยั้งจุลชีพในห้องปฏิบัติการ

A B C D

รูปที่ 16 จำนวนรา Strain M *(Trichoderma harzianum)* ของชุดควบคุม ที่ไม่มีการเติมสาร (A) เติมสาร Benzakanium (B) เติมสาร Cinnamomnum (C) และเติมสาร Carum carvi (D) ที่เวลา 3 วัน

fppt.com

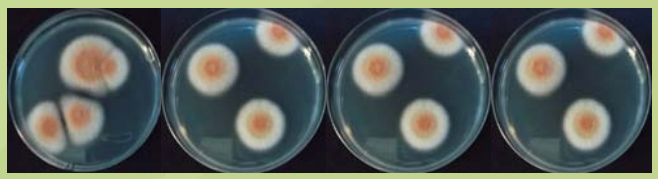
ผลการทดสอบการยับยั้งจุลชีพในห้องปฏิบัติการ

A B C D

รูปที่ 17 จำนวนรา Strain O *(Mucor irregularis)* ของชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมสาร (A) เติมสาร Benzakanium (B) เติมสาร Cinnamomnum (C) และเติมสาร Carum carvi (D) ที่เวลา 3 วัน

fppt.com

ผลการทดสอบการยับยั้งจุลชีพในห้องปฏิบัติการ



A B C D

รูปที่ 18 จำนวนรา Strain Y *(Epicoccum sorghinum)* ของชุดควบคุมที่ไม่มีการเติมสาร (A) เติมสาร Benzakanium (B) เติมสาร Cinnamomnum (C) และเติมสาร Carum carvi (D) ที่เวลา 3 วัน

fppt.com

ผลการทดสอบภาคสนาม

- ภาพที่ 19 เปรียบเทียบพื้นผิวที่ถูกทำความสะอาดด้วย แอลกอฮอล์ 50 % ตั้งแต่ เดือนพฤษภาคม 2559 ค่าวัดสีเทียบกับหนังสือ Mansell Book ได้ ค่า Gray 1-7/10Y (ช่วงสีเทา-เขียว) ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2560 มีค่าวัดสีได้ 2.5Y-6/2 (ช่วงสีเหลือง)

fppt.com

ผลการทดสอบภาคสนาม

- ภาพที่ 20 เปรียบเทียบพื้นผิวที่ถูกทำความสะอาดด้วย น้ำมันหอมระเหยชนิด Cinnamonum verum ตั้งแต่ เดือนพฤษภาคม 2559 ค่าวัดสีเทียบกับหนังสือ Mansell Book ได้ ค่า 5Y-5/1 (ช่วงสีเหลือง) ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2560 มีค่าวัดสีได้ Gray 1-5/10Y (ช่วงสีเทา-เขียว)

fppt.com

ผลการทดสอบภาคสนาม

ภาพที่ 21 เปรียบเทียบพื้นผิวที่ถูกทำความสะอาดด้วย สารเคมีชนิด Benzakonium Cloride ตั้งแต่ เดือนพฤษภาคม 2559 ค่าวัดสีเทียบกับหนังสือ Mansell Book ได้ ค่า Gray 1-2.5/5GY (ช่วงสีเทา) ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2560 มีค่าวัดสีได้ 2.5Y-7/3 (ช่วงสีเหลือง)

fppt.com

ผลการทดสอบภาคสนาม

ภาพที่ 22 เปรียบเทียบพื้นผิวที่ถูกทำความสะอาดด้วย น้ำมันหอมระเหยชนิด Carum carvi ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2559 ถึง ค่าวัดสีเทียบกับหนังสือ Mansell Book ได้ ค่า 5Y-5/2 (ช่วงสีเหลือง) ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2560 มีค่าวัดสีได้ Gray 1-5/10Y (ช่วงสีเทา-เขียว)

fppt.com

สรุปผลการทดลอง

การทดสอบแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่

การทดสอบในพื้นที่จริง โดยกำหนดพื้นที่ทดสอบไว้บนเมรุทางด้านทิศตะวันตกและการเก็บตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์เข้าไปทดสอบในห้องปฏิบัติการ

ผลการทดสอบในพื้นที่จริง โดยวัดจากการเปลี่ยนแปลงของสีที่ผนังในพื้นที่ทดสอบ พบว่า สารที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลชีพบนพื้นผิวของโบราณสถานได้ดีที่สุด คือ Benzakonium chloride รองลงมาคือ Cinnamomum verum, สารละลาย Alcohol 50 % และ Carum carvi ตามลำดับ

fppt.com

สรุปผลการทดลอง

และจากการทดสอบในห้องปฏิบัติการพบว่าสาหร่าย มีการตอบสนองต่อน้ำยาเคมีได้มากที่สุด โดย Benzakonium chloride มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่ายได้ดีที่สุด เฉลี่ยอยู่ที่ 95.34 $\pm$ 1.14 % น้ำมันหอมระเหย Cinnamomum verum มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่ายได้โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 79.78 $\pm$ 1.74 %

fppt.com

สรุปผลการทดลอง

จุลชีพที่มีการตอบสนองต่อน้ำยาเคมีต่างๆ รองลงมาคือ เชื้อรา พบว่า Benzakonium chloride มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ดีที่สุด เฉลี่ยอยู่ที่ 66.95 % รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหย Cinnamomum verum มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 31.92 %

fppt.com

สรุปผลการทดลอง

แบคทีเรียทั้งแกรมบวกและแกรมลบ มีการตอบสนองต่อน้ำยาเคมีต่างๆ ได้น้อยที่สุด โดยเฉลี่ยแล้วน้ำยาเคมีที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียคือ Benzakonium chloride

แต่ในทางปฏิบัติ เราพบว่าจุลชีพที่ขึ้นอยู่บนโบราณสถานนั้น แต่ละชนิดส่งผลกระทบต่อความเสื่อมสภาพของโบราณสถานที่มากน้อยแตกต่างกันไป เช่น สาหร่าย ที่ตอบสนองต่อความชื้นที่สะสมอยู่บนโบราณสถานได้เร็วและส่งผลต่อทัศนียภาพที่เปลี่ยนแปลง แบคทีเรีย และจุลินทรีย์ บางชนิด สร้างสารย่อยที่เป็นกรด ปลดปล่อยสารที่ให้สี สร้างคราบต่างๆ

fppt.com